

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06119059 A**(43) Date of publication of application: **28 . 04 . 94**

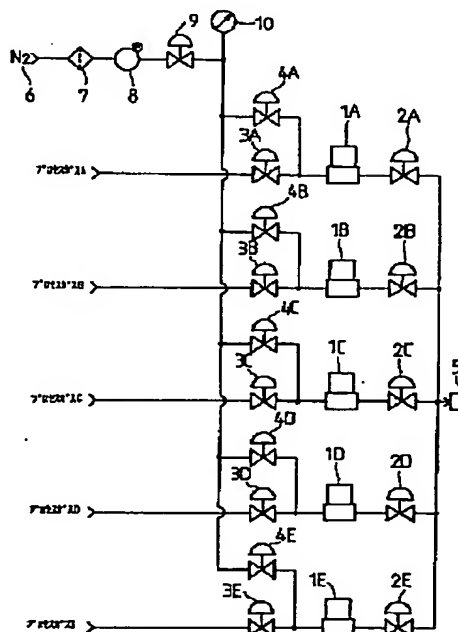
(51) Int. Cl

**G05D 7/06**  
**G01F 1/00**
(21) Application number: **04286986**(22) Date of filing: **30 . 09 . 92**(71) Applicant: **CKD CORP**
 (72) Inventor: **SUDO YOSHIHISA**  
**ITO MINORU**
**(54) MASS FLOW CONTROLLER FLOW RATE**  
**EXAMINATION SYSTEM**
**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide a mass flow controller rate examination system which can examine the flow rate measuring precision of mass flow controllers in a state where they are incorporated in piping as they are.

**CONSTITUTION:** When cutoff valves 3A-3E are closed, and cutoff valves 9, 4A-4E and 2A-2E are opened, process gas is scavenged from within piping and the piping is filled with nitrogen gas with prescribed pressure. Then, the valve 9 is closed and nitrogen gas in the piping is discharged through the mass flow controllers 1A-1E. This when the indication value of a pressure gage 10 becomes a prescribed value is measured, and the real flow rates of the mass controllers 1A-1E are obtained. Thus, the abnormality of the mass controllers 1A-1E can be detected.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&amp;Japio





(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-119059

(43)公開日 平成 6 年(1994) 4 月28日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 5 D 7/06

G 0 1 F 1/00

識別記号

Z 9324-3H

9107-2F

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 12 頁)

(21)出願番号

特願平4-286986

(22)出願日

平成 4 年(1992) 9 月30日

(71)出願人 000106760

シーケーディ株式会社

愛知県小牧市大字北外山早崎3005番地

(72)発明者 須藤 良久

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケーディ株式会社内

(72)発明者 伊藤 稔

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケーディ株式会社内

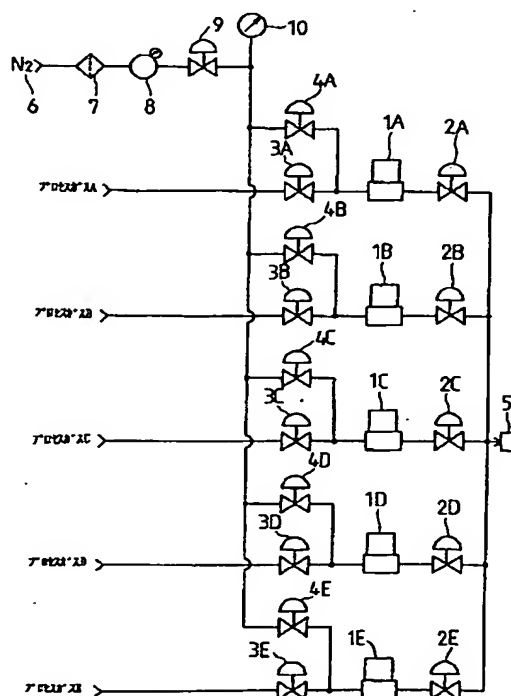
(74)代理人 弁理士 富澤 孝 (外 2 名)

(54)【発明の名称】 マスフローコントローラ流量検定システム

(57)【要約】

【目的】 配管中に組み込んだままの状態でのマスフローコントローラの流量計測精度の検定を可能としたマスフローコントローラ流量検定システムを提供すること。

【構成】 遮断弁3を閉じ、遮断弁9、4、2を開くと、配管内からプロセスガスが掃気され、所定圧の窒素ガスで充填される。次に、遮断弁9を閉じ、配管内の窒素ガスはマスフローコントローラを通して放出する。圧力計10の指示値が所定値となる時間を計測し、マスフローコントローラの実流量を求める。これにより、マスフローコントローラの異常を検出することができる。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プロセスガス源から第1遮断弁およびマスフローコントローラを順次経由してプロセスチャンバに該プロセスガスを供給するガス配管系において、計測用ガスを供給する計測用ガス源と、

入口側が前記計測用ガス源に接続し、出口側が前記ガス配管系の前記マスフローコントローラの入口側に接続する計測開始用遮断弁と、

前記計測開始用遮断弁の出口側の圧力を計測する圧力計とを有し、

前記マスフローコントローラへの前記プロセスガスの供給を前記第一遮断弁により遮断し、前記計測開始用遮断弁を開いて前記圧力計を所定の圧力にした後、前記計測開始用遮断弁を閉じて、前記圧力計により時間経過に伴う圧力低下を計測することによりマスフローコントローラの計測精度を検定することとを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項2】 請求項1に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、

前記配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に前記検定を行い、前記時間経過に伴う圧力低下の初期データを記憶する記憶手段と、

前記プロセスが稼働した後、前記検定を行って計測した圧力低下のデータと前記初期データとを比較してマスフローコントローラの異常を検定する制御手段とを有することを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記計測開始用遮断弁の出口側に2以上の前記マスフローコントローラが並列に接続していることを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造プロセスにおけるガスシステムに使用するマスフローコントローラの流量検定に関し、さらに詳細にはシステム中に組み込んだ状態でのマスフローコントローラの流量計測精度の検定が可能な流量検定システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造工程中の成膜装置、乾式エッチング装置等においては、例えばシランやホスフィン等のいわゆる特殊材料ガスや塩素ガス等の腐食性ガスおよび水素ガス等の強燃性ガス等を使用する。これらのガスの使用に当たっては、次に述べる理由によりその流量を極めて厳格に管理しなければならない。

【0003】第一の理由として、ガス流量の多寡がプロセスの良否に直接影響することが挙げられる。すなわち、成膜プロセスにおいては膜質が、エッチングプロセスにおいては回路加工の良否が、ガス流量の精度により

多大な影響を受けるのである。別の理由として、この種のガスの多くは人体や環境に対する有害性あるいは爆発性等を有することが挙げられる。このため使用後のこれらのガスは、直接大気に排気することは許されず、ガス種に応じた除害手段を備えなければならない。かかる除害手段は通例処理能力が限られていて、許容値以上の流量が流れると有害ガスの環境への流出や除害手段の破損につながることもある。さらに、これらのガス、特に半導体製造プロセスにて使用しうる高純度かつ無塵のものは高価な上、ガス種によっては自然劣化による使用期限があるため大量保管ができないことも理由となる。

【0004】一方、プロセス機器が要求するこれらのガスの実際の流量は、多くても500sccm程度と小さいので、従来より配管中に公知のマスフローコントローラを配して、ガス種ごとに最適の流量を流すようにしている。かかるマスフローコントローラは、印加電圧を変更することにより、設定流量を変更してプロセスレシピの変更に対応できるようになっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】この種のガスプロセスにおけるマスフローコントローラは、小流量をコントロールすることを目的とするものであるため内部に細管を有し、該細管の作用により流量のモニター等を行っている。一方マスフローコントローラを流れるガスのうち特に成膜用材料ガスは、その特性上配管内でも固形物を析出する可能性があり、配管の流量容量を変化させることがある。かかる変化が起こればそのマスフローコントローラにおける印加電圧と実流量との関係は当然変化し、印加電圧の設定に変化がなくても実流量が変化するので、プロセスの安定性を阻害することになる。現実にはこのような変化が起こった場合には、正しいガス流量を流すべく印加電圧の設定を修正しなければならない。このとき、マスフローコントローラの実流量を計測する必要が生ずる。

【0006】さらに析出固形物が蓄積すると、印加電圧設定の修正では対処しきれなくなる。細管のつまりにより流量のモニターが不可能になるからである。それ以前にこのようなマスフローコントローラを使用し続けることは、半導体製造上最も嫌うべきパーティクルをプロセス機器に送り込むことになり、好ましくない。したがってこのような場合には、マスフローコントローラを新品に交換しなければならない。ここでマスフローコントローラの印加電圧と実流量との関係は、同一機種であっても個体差を無視できず、また配管系とのジョイントの締め付け具合も実流量に影響するので、交換した新しいマスフローコントローラにおいて実流量を計測する必要がある。

【0007】しかしながら、マスフローコントローラの実流量を計測することは、過去ほとんど行われていない。その理由は、配管系に組み込んだ状態でのマスフロ

ーコントローラの実流量の計測が困難なことにある。そこで、実流量を計測するかわりに作業者の勘と経験とにより暫定的に印加電圧を設定し、プロセスを実行してその良否により暫定値の良否を判断し、これを繰り返して最適設定値を決定しているのである。このため最適値決定までに時間がかかるためプロセス装置の実稼働率が低くなるばかりでなく、その過程で消費する各種ガスやテストウェハ等のコストも軽視し得ない。

【0008】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、配管系に組み込んだ状態でのマスフローコントローラの実流量の計測を可能とすることにより、マスフローコントローラの個体差や経時変化に適切に対応して、正しいガス流量を与える電圧設定値を迅速に知り、もってガスを使用するプロセスの安定運転と高稼働率操作とを可能とするマスフローコントローラ流量検定システムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、プロセスガス源から第1遮断弁およびマスフローコントローラを順次経由してプロセスチャンバに該プロセスガスを供給するガス配管系において、計測用ガスを供給する計測用ガス源と、入口側が前記計測用ガス源に接続し、出口側が前記ガス配管系の前記マスフローコントローラの入口側に接続する計測開始用遮断弁と、前記計測開始用遮断弁の出口側の圧力を計測する圧力計とを有し、前記マスフローコントローラへの前記プロセスガスの供給を前記第一遮断弁により遮断し、前記計測開始用遮断弁を開いて前記圧力計を所定の圧力にした後、前記計測開始用遮断弁を閉じて、前記圧力計により時間経過に伴う圧力低下を計測することによりマスフローコントローラの計測精度を検定する。

【0010】また、上記するマスフローコントローラ流量検定システムであって、前記配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に前記検定を行い、前記時間経過に伴う圧力低下の初期データを記憶する記憶手段と、前記プロセスが稼働した後、前記検定を行って計測した圧力低下のデータと前記初期データとを比較してマスフローコントローラの異常を検定する制御手段とを有している。また、上記するマスフローコントローラ流量検定システムであって、前記計測開始用遮断弁の出口側に2以上の前記マスフローコントローラが並列に接続している。

【0011】

【作用】前記構成を有する本発明の検定システムでは、配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に、マスフローコントローラの実流量を計測を行う。すなわち、プロセスガスの供給を停止した状態で、一定圧力の窒素ガスで配管系内を充填する。次に、計測開始用遮断弁を閉じて、計測しようとするマスフローコントローラ

を介して充填した窒素ガスを排気側に放出する。このときの大気圧になるまでの放出時間を初期データとして記憶手段であるマイクロコンピュータに記憶する。

【0012】その後、実際の稼働に入り、マスフローコントローラの細管が詰まる恐れがある時期より適宜検定を行う。すなわち、プロセスガスの供給を停止した後、一定圧力の窒素ガスで配管系内を充填する。次に、計測開始用遮断弁を閉じて、計測しようとするマスフローコントローラを介して充填した窒素ガスを排気側に放出する。このときの大気圧になるまでの放出時間をデータとして採り、マイクロコンピュータに記憶されている初期データと比較して、マスフローコントローラの異常の発生の有無を制御手段であるマイクロコンピュータが判断し、警報を出す。また、この計測値により、必要な実流量を得るためのマスフローコントローラへの印加電圧設定を修正することも可能である。

【0013】

【実施例】以下、本発明のガス実流量検定システムを具体化してガス配管系に組み込んだ一実施例を図面を参照して説明する。図2は本発明にかかるガス実流量検定システムを組み込んだガスシステムのブロック図である。図2においては、5種類のプロセスガス（A～E）がそれぞれマスフローコントローラ（1A～1E）を挟む第1の遮断弁（3A～3E）と第2の遮断弁（2A～2E）とを通してプロセスチャンバ5に供給されるようになっている。さらに、共通の流量計測用高圧窒素源6から、フィルタ7、減圧弁8を経て所定の圧力に減圧された窒素ガスが、計測開始用の遮断弁9を経た後分岐され、連結用の遮断弁（4A～4E）を経て各ガスラインに合流している。

【0014】圧力計10は、遮断弁9と遮断弁（4A～4E）との間における窒素ガスの圧力を計測するものである。プロセスチャンバ5は、ドライエッチング、気相成膜、熱酸化等を行うためのものである。なお、流量計測用高圧窒素源6はプロセスチャンバ5を大気開放するとき等に用いるバージ用ガス源と共用されていてよい。

【0015】かかるガスシステムにおいて通常のプロセスレシビを実行する際には、遮断弁（4A～4E）を閉として、流量計測用高圧窒素源6からの窒素が各ガスラインに流れることがなく、かつ、各プロセスガスが圧力計10の方に逆流することのないようにした上で、各マスフローコントローラ（1A～1E）に設定電圧を印加し、各遮断弁（2A～2E、3A～3E）を開として、プロセスチャンバ5に各プロセスガスを必要な流量流すのである。プロセスチャンバ5内には、処理しようとするウェハが収納されており、適宜加熱、プラズマ印加等を行い、プロセスガスの作用と併せて必要な処理が行われる。

【0016】さて、かかるガスシステムにおいて、マス

フローコントローラ(1A~1E)を新品に交換した場合を考える。一般にマスフローコントローラは内部に細管を有するので、同一形式のものであっても、その印加電圧と実流量との関係の個体差は無視せず、また配管とのジョイントの締め付け具合によっても影響を受けるので、システムに組み込んだ状態での実流量を計測して、必要とする実流量に対する印加電圧を設定し直しておくのが、プロセスの良好な操業を図る上で望ましい。また、実レシビを多数回数実行することにより、マスフローコントローラ(1A~1E)の特性が変化することがあるので、必要に応じて印加電圧を修正することが好ましい。本実施例のガスシステムでは、ガス実流量検定システムが組み込まれているので、各マスフローコントローラ(1A~1E)のガス実流量を計測し、必要とする実流量に対する印加電圧を設定し直すことができる。

【0017】本実施例のガスシステムにおけるガス実流量計測の手順を図2および図3に基づいて説明する。図1は図2のガスシステムを簡単のため1のプロセスガスラインのみ示し、図2では示していなかったマイクロコンピュータ11等を示したものである。マイクロコンピュータ11は、圧力計10のデータを解析するものである。圧力の変化速度から計算されるガス流量は流量モニタ13に表示される。また、ここで異常な信号が検知されると、異常信号出力回路12がアラームを発する。なお、1のプロセスガスラインのみ有するシステムでは、遮断弁4はなくてもよい。

【0018】図1のガスシステムにおいてガス実流量を\*

$$PV = gRT$$

を考える。ここで、Pは圧力を、gはガス重量を、Rはガス定数を、Tは温度を示す。(1)式は、いわゆるポ

\*計測するには、まず遮断弁3を閉としプロセスガスの供給を遮断する。次に減圧弁8の2次圧を5 kgf/cm<sup>2</sup>に調整し、遮断弁9、4、2を開とし、プロセスチャンバ5を介して図示しない排気側にブローして残留しているプロセスガスを掃気する。そしてマスフローコントローラ1の流量を設定する。このとき図1中の配管のうち破線を付けた部分(以下タンク部分Tという。から)窒素ガスが、マスフローコントローラ1を介して設定流量に従いつつ、排気側に流出する。そして流量計測用高圧窒素源6から減圧弁8を介して窒素ガスが補充され、タンク部分Tは5 kgf/cm<sup>2</sup>に維持される。したがって圧力計10は5 kgf/cm<sup>2</sup>を表示する。

【0019】この状態から遮断弁9を閉とすると、タンク部分Tに窒素ガスが補充されなくなり、一方マスフローコントローラ1を介しての流出は続くので、タンク部分Tの圧力すなわち圧力計10の表示は、次第に低下して大気圧すなわち0 kgf/cm<sup>2</sup>となる。ここで表示値が大気圧になるまでに必要な時間は、マスフローコントローラ1の流量により、すなわち印加電圧により変化する。このときの圧力計10の表示値と、遮断弁2を開としてからの経過時間との関係の実測値の例を図3のグラフに示す。

【0020】ここで一般論として、一定容積Vより一定流量Qでガス放出したときの放出時間tについて検討する。ここで放出時間とは初期圧力から大気圧までガス放出するのに要する時間をいう。まず、気体の状態方程式

$$(1)$$

※【0021】(1)式より、温度Tを一定として圧力P1のときの容積V内のガス重量g1は、

$$g1 = P1 V / RT$$

$$(2)$$

で表され、同様に圧力P2のときの容積V内のガス重量★

$$g2 = P2 V / RT$$

$$(3)$$

で表される。一定容積Vのガスが一定温度Tのもとで、圧力がP1からP2に変化したときのガス重量の変化g☆

$$g3 = g1 - g2 = (P1 - P2) * (V / RT)$$

$$(4)$$

となる。

$$\blacklozenge T = 273 K \quad (0^\circ C)$$

【0022】ここで、ガスが窒素ガスである場合のガス定数Rを求める。標準状態(0°C、1気圧)1molの窒素ガスを考えると、

$$V = 22400 \text{ cm}^3 \quad (22.4 \text{ リッター})$$

$$g = 0.028 \text{ kg f} \quad (N_2 \text{ の分子量より})$$

であるから、(1)式より、

$$P = 1.033 \text{ kg f/cm}^2 \quad (1 \text{ 気圧})$$

$$R = PV / gT = 3027 \text{ cm/K}$$

$$(5)$$

となる。したがって、温度Tが室温293K(20°C)であるとき、(4)式と(5)式とから、

$$g3 = (V / 887000) * (P1 - P2) \text{ kg f}$$

$$(6)$$

となる。

※0.33 kgf/cm<sup>2</sup>(1気圧)、1 cm<sup>3</sup>の窒素ガスの重量g4を考えると、(1)式と(5)式とから、

【0023】ここで、室温293K(20°C)、1. ※

$$g4 = PV / RT = 1.165 * 10^{-6} \text{ kg f}$$

$$(7)$$

となる。今、一定の体積流量Q sccm(sccmは1気圧20°Cの状態に換算したときの1分当りの体積流

量を示す)がt秒間、一定容積Vより放出したときの放出ガスの重量g5はQと放出時間とg4との積であるか

ら、(6)式を使って、

$$g_5 = Q * (t / 60) * 1.165 * 10^{-6} \text{ kg f} \quad (8)$$

となる。ところで、一定容積V内のガスの重量変化は、\*式とにおいて  $g_3 = g_5$  となり、放出されたガスの重量に等しいため、(6)式と(8)\*

$$t = 58 * V * (P_1 - P_2) / Q \quad (9)$$

が導かれ、放出時間tは体積流量Qに反比例することがわかる。

【0024】次に、以上の考察を本実施例に適用する。本実施例のようなガスシステムにおける前述のタンク部分Tの容積Vは通常5ないし30cm<sup>3</sup>程度であり、本発明者が使用したシステムでは実測V=12.4cm<sup>3</sup>であった。そして、今考えているのはタンク部分Tの圧力が5kgf/cm<sup>2</sup>から大気圧まで低下する場合であるので、 $P_1 = 5 \text{ kg f/cm}^2$ 、 $P_2 = 0 \text{ kg f/cm}^2$ である。そして放出流量Qすなわちマスフローコントローラ1の流量を200sccmとすれば、(9)式を計算して、

$$t = 17.98 \text{ 秒}$$

との理論値が得られる。図3のグラフに示した実測値の例のうち、設定流量200sccmのものは放出時間約18秒と読むことができ、理論値と非常によく一致している。図3のグラフの他の設定流量のものも理論値と一致していることが、(9)式を計算することにより確認できる。

【0025】図3のグラフからは、初期圧力を5kgf/cm<sup>2</sup>でなく4kgf/cm<sup>2</sup>とし、そこから大気圧でなく1kgf/cm<sup>2</sup>までの放出時間を読みとることでもできる。例えば設定流量200sccmの場合、放出開始から4kgf/cm<sup>2</sup>まで約3秒かかっており(図中t<sub>1</sub>)、放出開始から1kgf/cm<sup>2</sup>まで約14秒かかっている(図中t<sub>2</sub>)ので、4kgf/cm<sup>2</sup>から1kgf/cm<sup>2</sup>までの放出時間は、約11秒である。他の設定流量の場合でも、同様にして、4kgf/cm<sup>2</sup>から1kgf/cm<sup>2</sup>までの放出時間を読みとることができる。

【0026】このように4kgf/cm<sup>2</sup>から1kgf/cm<sup>2</sup>までの放出時間を読むことの意義は、計測精度の向上にある。すなわち計測開始を5kgf/cm<sup>2</sup>とすると、遮断弁9を閉とした瞬間が計測開始時になるので、閉弁動作の微妙な時間的ずれが計測誤差となるのである。また、計測終了を大気圧とすると、大気圧付近では流速が遅くなり、計測終了時を厳密に定めるのが困難である。放出時間を4kgf/cm<sup>2</sup>から1kgf/cm<sup>2</sup>までとすればこれらの問題はなく、高い精度で放出時間を計測できる。

【0027】こうして図3のグラフから読みとられた4kgf/cm<sup>2</sup>から1kgf/cm<sup>2</sup>までの放出時間とマスフローコントローラ1の設定流量との関係を図4のグラフに実線で示す。図4のグラフには、タンク部分Tの容積が18.8cm<sup>3</sup>である同様のガスシステムでの

計測結果の例(図4中破線で示す)も示されているが、以後の説明はタンク部分Tの容積が12.4cm<sup>3</sup>であるガスシステムについて行う。なお、この計測の再現性は非常によく、本発明者の実験によれば、クリーンな窒素ガスで計測する限り何度も同じ計測を繰り返してもほとんど変化はない。

【0028】今、図2に示すようなガスシステムを新たに組み立てた場合、実レシピを良好に実行するために必要な実流量は、プロセスチャンバ5の体積や微妙な内部配置等により異なるので、実レシピの試行を何度か行い、良好な結果が得られるマスフローコントローラ1の印加電圧を決定しておく必要がある。そして決定した印加電圧にて上述の放出時間の計測を行えば、図4のグラフとの対照により必要な実流量(以下、所要流量という)を求めることができる。さて、マスフローコントローラ1を新品に交換した場合、印加電圧と実流量との関係の個体差は無視しえないので、交換した新しいマスフローコントローラ1にて所要流量が得られる印加電圧を決定しなければならない。このため放出時間の計測を行い、所要流量に対応する放出時間(図4のグラフより読みとる)が得られる印加電圧(以下、正常電圧という)を決定しておく。

【0029】実レシピの実行を多数回数繰り返すと、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係が変化することがあり、そのことはマスフローコントローラ1に正常電圧を印加しているのにプロセス結果が良好でなくなることによって知られる。プロセス結果が良好でないとは、例えば成膜プロセスの場合、形成された膜の膜厚や膜質(屈折率等)が正常値からはずれたり、それらの均一性が悪くなることをいう。この場合は、マスフローコントローラ1の印加電圧を修正して所要流量が得られるようにしなければならない。また、このような正常値からのずれが大きくなったマスフローコントローラ1は、えてしてパーティクルを発生してプロセス歩留まりを悪化させるので、ずれがある限界値を超えた時点でなんらかのアラームが発せられるようにしておくのが好ましい。

【0030】そこで、本実施例のガスシステムでは、マイクロコンピュータ11に初期状態を記憶しておき、修正のための計測の結果ずれが限界値を超えていた場合に異常信号出力回路12がアラームを発するようにしている。この機能は、マスフローコントローラ1を交換して新品のマスフローコントローラ1における正常電圧を計測した直後に行う正常値初期化モードと、マスフローコントローラ1に正常状態からのずれが生じていると思わ



れるときに行う計測モードとにより実現される。計測モードでは、ずれの修正を行い、必要な場合にはアラームを発する。

【0031】まず、正常値初期化モードについて図5のフローチャートと図2とに基づいて説明する。前提条件として、マスフローコントローラ1を新品に交換し、そのマスフローコントローラ1における正常電圧を計測したところであるとする。このとき、減圧弁8の設定2次圧は $5\text{ kgf/cm}^2$ であり、一方遮断弁3は閉とされ、遮断弁3より右方にプロセスガスは供給されていない。最初に、S1において計測系の準備を行う。すなわち、遮断弁3を閉としたまま遮断弁9、4、2を開とすると、流量計測用高圧窒素源6からタンク部分Tを通して排気側に窒素ガスが流れ、減圧弁8の働きによりタンク部分Tの圧力は $5\text{ kgf/cm}^2$ に維持され、圧力計10は $5\text{ kgf/cm}^2$ を指示する。圧力計10の指示値はマイクロコンピュータ11に常時信号として送られている。

【0032】そして、S2においてマスフローコントローラ1の流量設定を行う。このときの設定は、さきに計測されているそのマスフローコントローラ1における正常電圧を印加することによって行う。そして、S3で遮断弁9を閉じると、タンク部分Tの圧力が徐々に下がり始めるので、圧力計10の指示値も徐々に下がる。そして、圧力計10の指示値が $4\text{ kgf/cm}^2$ を切るときを時間計測開始時刻とする(S4)。同様に圧力計10の指示値が $1\text{ kgf/cm}^2$ を切るときを時間計測終了時刻とする(S5)。そして、両時刻の差が正常放出時間としてマイクロコンピュータ11に記憶される(S6)。このとき、マスフローコントローラ1の設定流量も、正常流量としてマイクロコンピュータ11に記憶される(S7)とともに、流量モニタ13に表示される(S8)。以上が、正常値初期化モードである。

【0033】続いて、計測モードについて図6のフローチャートと図2とに基づいて説明する。計測モードは、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係に正常状態からのずれが生じていると思われるときに行うモードである。計測モードを行う場合前提条件として、遮断弁3を閉としてプロセスガスの供給を停止し、減圧弁8の2次圧を $5\text{ kgf/cm}^2$ に設定しておかなければならない。最初に、S9において計測系の準備を行う。すなわち、遮断弁3を閉としたまま遮断弁9、4、2を開とすると、流量計測用高圧窒素源6からタンク部分Tを通して排気側に窒素ガスが流れ、残留しているプロセスガスが掃気される。このとき減圧弁8の働きによりタンク部分Tの圧力は $5\text{ kgf/cm}^2$ に維持され、圧力計10は $5\text{ kgf/cm}^2$ を指示する。圧力計10の指示値はマイクロコンピュータ11に常時信号として送られている。

【0034】そして、S10においてマスフローコント

ローラ1の流量設定を行う。このときの設定は、正常値初期化モードを行った際と同じ電圧をマスフローコントローラ1に印加することにより行う。そして、S11で遮断弁9を閉じると、タンク部分Tの圧力が徐々に下がり始めるので、圧力計10の指示値も徐々に下がる。そして、圧力計10の指示値が $4\text{ kgf/cm}^2$ を切るときを時間計測開始時刻とする(S12)。同様に圧力計10の指示値が $1\text{ kgf/cm}^2$ を切るときを時間計測終了時刻とする(S13)。そして、両時刻の差が計測放出時間としてマイクロコンピュータ11に記憶される(S14)。そして、S15において計測放出時間の正常放出時間からのずれが許容範囲内(例えば正常放出時間の上下10%以内)であるかどうかを判断する。許容範囲内であると判断された場合(S15: YES)には、S16において正常信号を出力する。

【0035】そして、正常値初期化モードを行った際に記憶した正常放出時間と正常流量とから、現状での放出時間と設定流量との関係を示すカーブ(図4のグラフ中一点鎖線で示す)をマイクロコンピュータ11が演算する(S17)。そして、かかる演算結果に計測放出時間を当てはめることにより求められる実流量が、流量モニタ13に表示される(S18)。さらにこのとき、現状で所要流量を流すべき修正電圧も計算される。S15において計測放出時間の正常放出時間からのずれが許容範囲内でないとは判断された場合(S15: NO)には、S19にて異常信号出力回路12がアラームを発する。以上が計測モードである。

【0036】計測モードを実施した結果、計測放出時間が正常放出時間からずれていなかった場合は、マスフローコントローラ1には何の異常もないので、プロセス異常の原因は他にもとめる必要がある。計測放出時間が正常放出時間からずれており、かつ許容範囲内であった場合は、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係に正常状態からのずれが生じており、このずれがプロセス異常の原因である可能性が高いので、以後の実レシビ実行は、正常電圧でなく修正電圧で行う。計測放出時間が正常放出時間からずれており、かつ許容範囲外であった場合は、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係の正常状態からのずれが大きく、このような状態でのマスフローコントローラ1は、プロセスが嫌うパーティクルを発生しているおそれがあるので、新品に交換すべきである。これにしたがってマスフローコントローラ1を新品に交換したときは、前述のように初期計測と正常値初期化モードを行う必要があることはもちろんである。

【0037】本実施例のガスシステムにおいては実際の配管系における実流量計測手段を備えているので、以上のようにして、マスフローコントローラ1の印加電圧の修正あるいは交換すべきか否かの判断を制度良くかつ効率的に行うことができるため、半導体の歩止まりを向上

させることができる。また、消費するプロセスガスやテストウェハのコスト、あるいは試行および結果解析に必要な時間を本実施例のシステムを採用することにより削減できる。

【0038】次に、以上で述べた放出時間計測を図2のような多数のプロセスガスラインを有するシステムにて行う場合を考察する。この場合、各マスフローコントローラ(1A~1E)は、それぞれ別々に計測しなければならない。例えばプロセスガスAのラインのマスフローコントローラ1Aについて計測する場合を考えると、タンク部分Tへの5kgf/cm<sup>2</sup>の計測用窒素ガスの充填(正常値初期化モードではS1、計測モードではS9)は、遮断弁3Aを閉としてプロセスガスAの供給を遮断し、遮断弁(4B~4E)を閉として他のガスラインへの計測用窒素ガスの流出が起こらないようにした上で、遮断弁9、4A、2Aを開とすることで行う。

【0039】また、以下の計測手順は前に説明した手順と同じであるので説明を省略する。したがってここでのタンク部分容積とは、図2中破線を付した部分の容積をいう。他のガスラインについても同様の要領で計測を行う。したがってこの場合タンク部分容積は、厳密には、計測しようとするガスラインにより異なることに注意しなければならない。この検定によりマスフローコントローラの異常が検出された場合には、個別のマスフローコントローラを各々検定する。

【0040】図2の流量検定システムにおいては以上のようにして、マスフローコントローラ(1A~1E)の印加電圧の修正あるいは交換すべきか否かの判断を効率よく行うことができる。また、1つの圧力計により複数のマスフローコントローラを検定できるので、圧力計分のコストダウンになる。また、消費するプロセスガスやテストウェハのコスト、あるいは試行および結果解析に必要な時間を本実施例のシステムを採用することにより削減できる。特に、プロセスガスラインの数が多いシステムにおいてこの効果は著しい。

【0041】なお、前記実施例は本発明を限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形、改良が可能であることはもちろんである。例えば、前述の計測用窒素ガスの充填圧力や、放出時間開始時の圧力、同終了時の圧力、その許容範囲等は、前述したとおりの値でなくてもよく、必要に応じて適した値

を使えばよい。また、計測用ガスとしてここでは窒素ガスを使用したか、窒素ガスに限らず不活性であってかつクリーンなものが入手可能なガスであれば他のガスでもよい。また、図7のようにサイクルバージラインを備える系にも適用可能である。

【0042】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように本発明の流量検定システムでは、配管に組み込んだままの状態でのマスフローコントローラの実流量の計測を行えるので、マスフローコントローラの個体差や経時変化に適切に対応して印加電圧の初期設定および修正、また交換すべきか否かの判断を効率よく行うことができるため、半導体製造プロセスの安定運転と高稼働率操業とが可能となり、半導体の歩止まりを向上させ、コストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例であるマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

【図2】複数のプロセスガスラインと計測用ガスラインとを有するマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

【図3】マスフローコントローラにおける1次側圧力と放出時間との関係を示すグラフである。

【図4】マスフローコントローラにおける設定流量と圧力降下時間との関係を示すグラフである。

【図5】正常値初期化モードのフローチャートである。

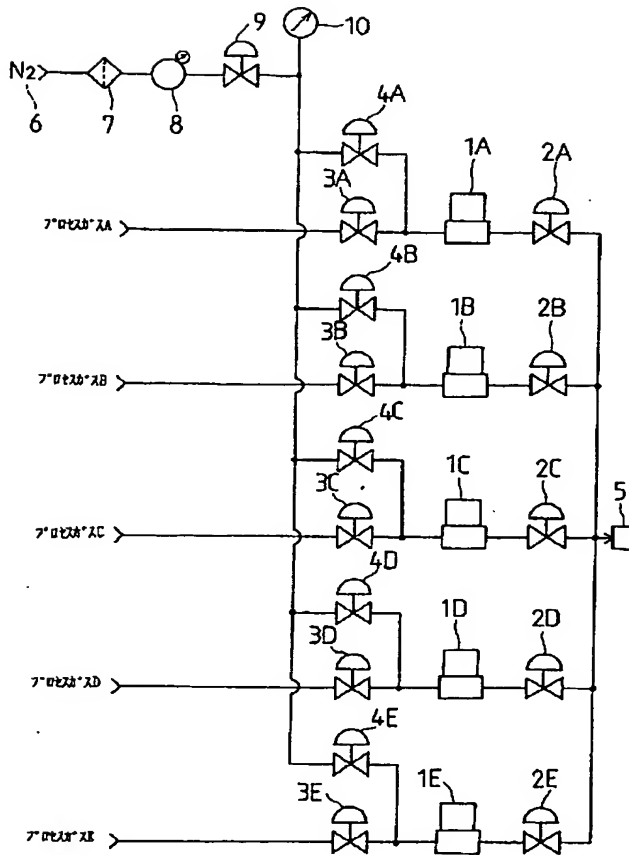
【図6】計測モードのフローチャートである。

【図7】サイクルバージラインを有するマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

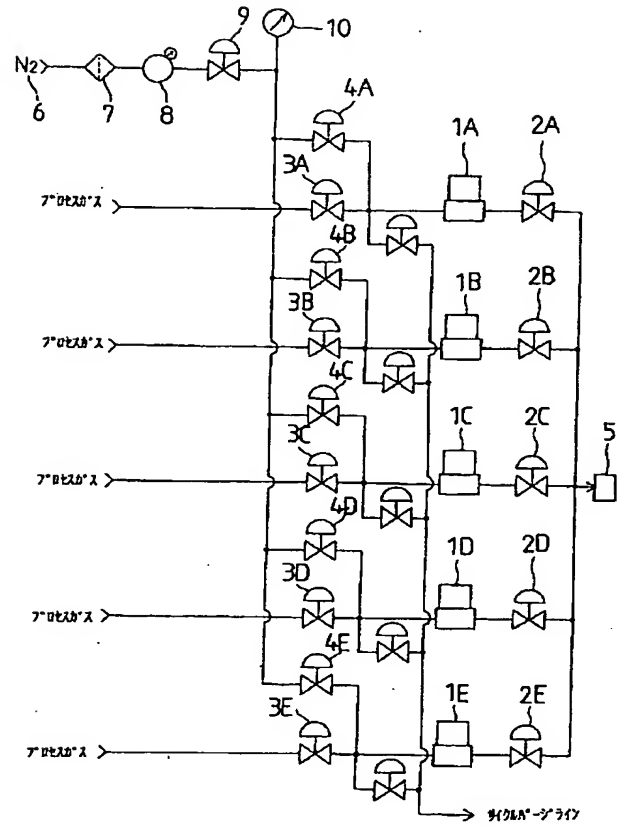
【符号の説明】

1、1A~1E	マスフローコントローラ
2、2A~2E	遮断弁
3、3A~3E	遮断弁
4、4A~4E	遮断弁
5	プロセスチャンバ
6	計測用ガス源
8	減圧弁
9	遮断弁
10	圧力計
11	マイクロコンピュータ

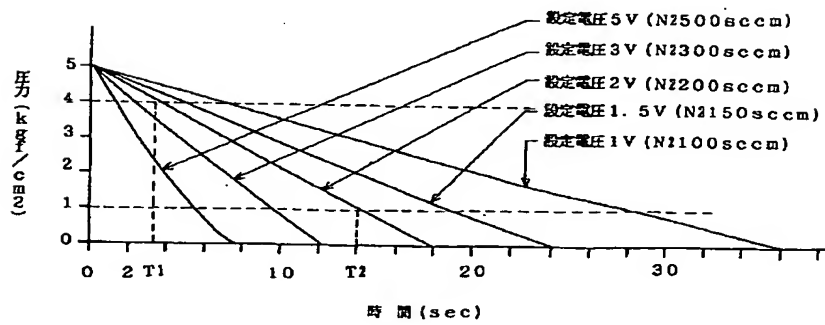
【図1】



【図7】

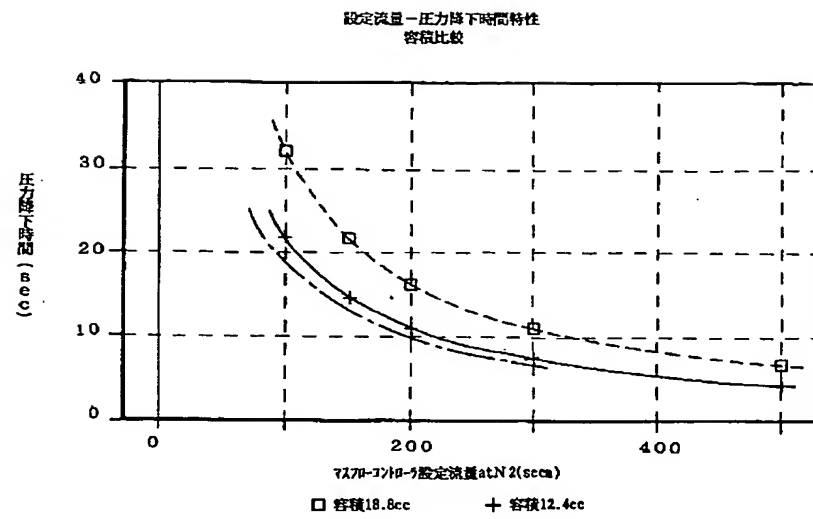


【図3】

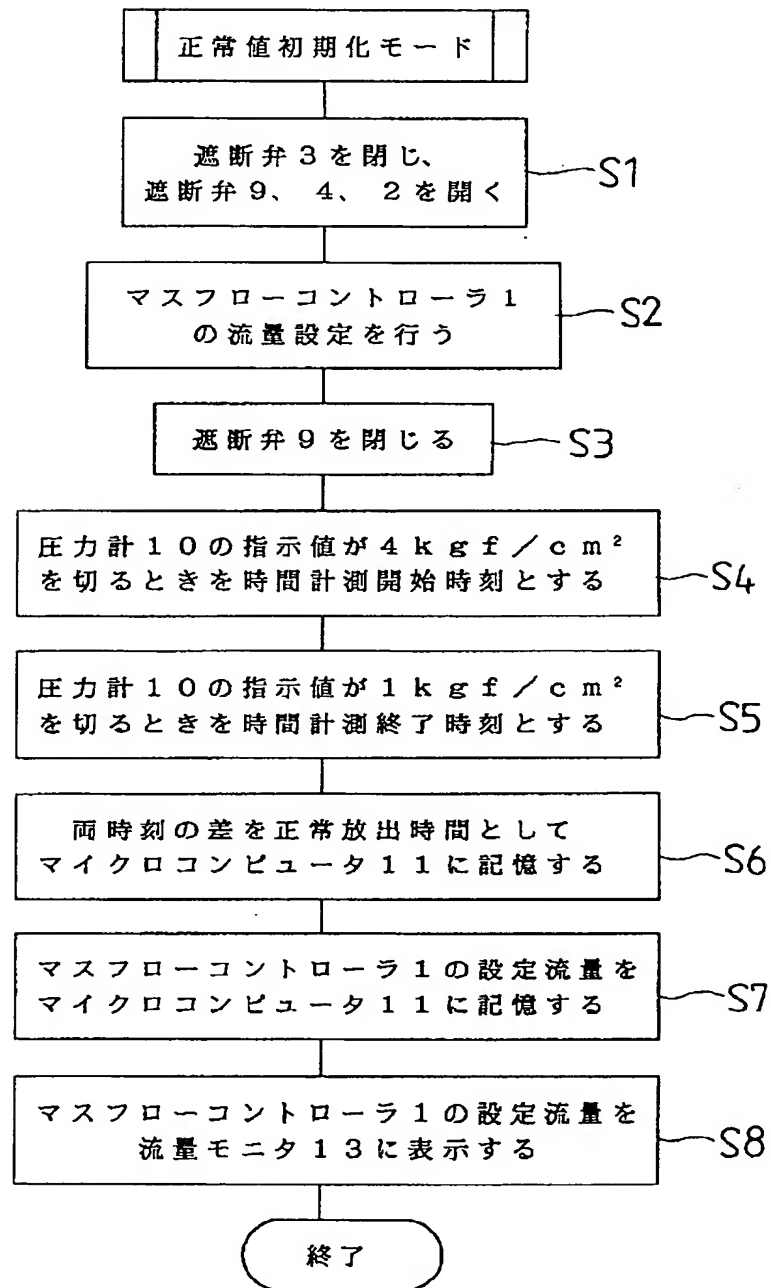


[illegible]

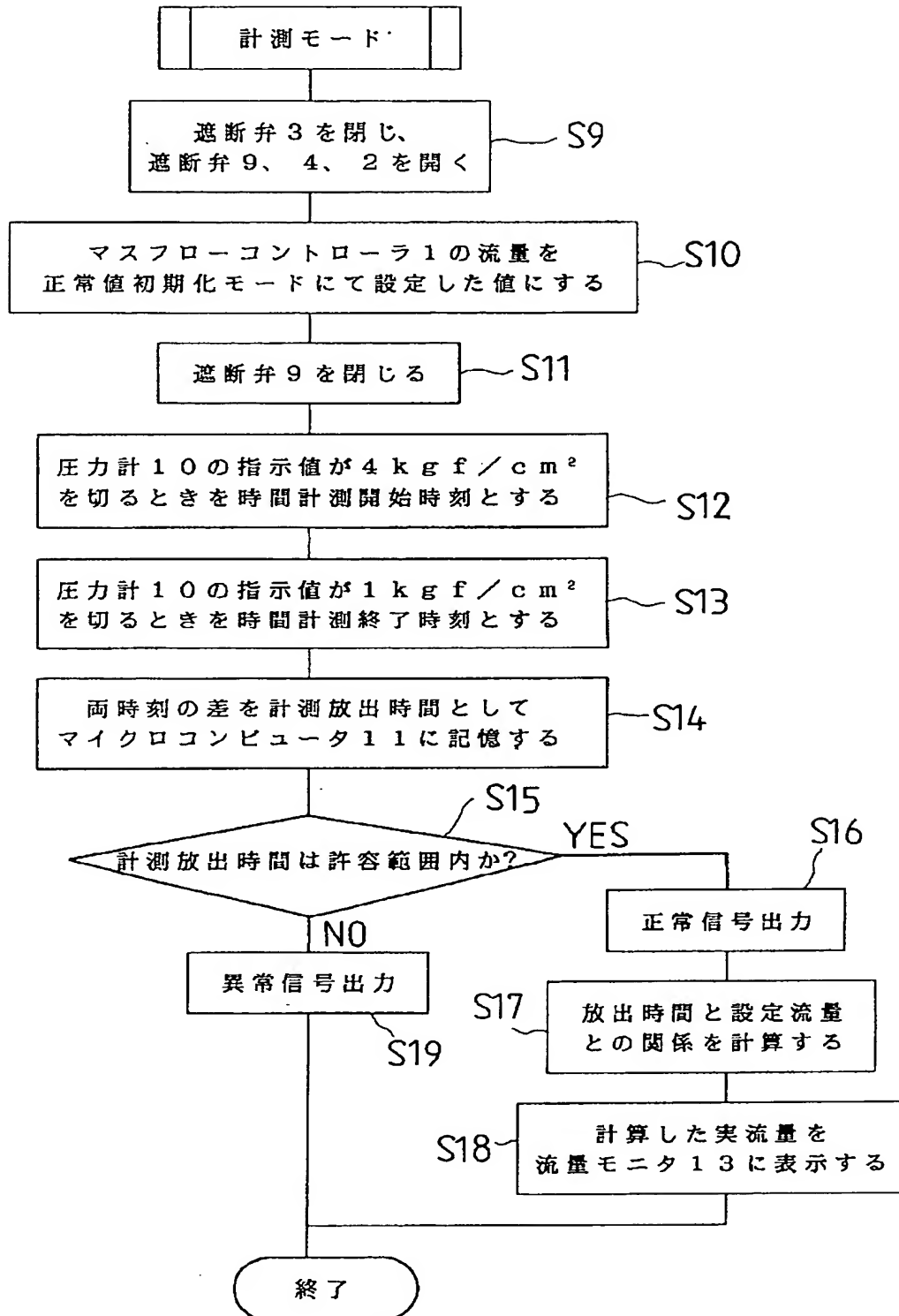
【図4】



【図5】



【図6】



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-41759

(43)公開日 平成6年(1994)2月15日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

C 2 3 C 16/52

C 3 0 B 25/14

G 0 5 D 7/06

// B 0 1 J 19/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7325-4K

9040-4G

Z 9324-3H

Z 9151-4G

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-220859

(22)出願日 平成4年(1992)7月28日

(71)出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72)発明者 丸谷 新治

神奈川県平塚市四之宮2612 小松電子金属  
株式会社内

(54)【発明の名称】 気相成長装置および気相成長装置におけるマスフローコントローラの校正方法

(57)【要約】

【目的】 気相成長装置のガス供給ラインに設けられているマスフローコントローラの校正を、エビタキシャルウェーハの品質に悪影響を及ぼすことなく実施できるようにする。

【構成】 ガス供給ラインに、温度センサ52および複数個の圧力スイッチ53、54、・・・を備えた圧力容器51を接続した気相成長装置とする。マスフローコントローラ41、42、43等の校正に当たり、各マスフローコントローラの指定するガスまたは窒素ガスを圧力容器51に充填し、各マスフローコントローラの瞬時流量を設定した上、自動弁21、22、・・・を操作して前記ガスをマスフローコントローラに導く。マスフローコントローラの瞬時実流量が安定した後、圧力容器51内の圧力変化量とその所要時間およびガス温度を計測する。そして、得られたデータに基づいてマスフローコントローラの良否を判定し、校正する。

